

Modulated optical fiber laser

Patent number: DE19829684
Publication date: 2000-01-13
Inventor: TUENNERMANN ANDREAS (DE), ZELLMER HOLGER (DE)
Applicant: LDT GMBH & CO (DE)
Classification:
- **international:** H01S3/23; H01S3/17; H01S3/102; H04B10/04
- **european:** H01S3/067; H04B10/155
Application number: DE19981029684 19980703
Priority number(s): DE19981029684 19980703

Abstract of DE19829684

The laser is composed of a laser radiation source (101) for pumping a fiber laser (103), two independently controllable laser radiation sources (104,105), and devices (107, 102, 106, 105, 109) for coupling and/or overlapping the light portions of the three different sources in one or several fiber ends of the laser. A control arrangement (112) generates two modulation signals (S1,S2) from an input modulation signal (SE), each supplied to a respective controllable laser radiation source. The laser is composed of a laser radiation source (101) for pumping a fiber laser (103), two independently controllable laser radiation sources (104,105), and devices (107, 102, 106, 105, 109) for coupling and/or overlapping the light portions of the three different sources in one or several fiber ends of the laser. A control arrangement generates two modulation signals (S1,S2) from an input modulation signal, whereby the one modulation signal (S1) is supplied to the first controllable laser radiation source, and the other modulation signal (S2) is supplied to the second controllable laser radiation source. One of the laser outputs is proportional to the input modulation signal, and the other laser output is inversely proportional to the entering modulation signal.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 29 684 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 01 S 3/23
H 01 S 3/17
H 01 S 3/102
H 04 B 10/04

②1 Aktenzeichen: 198 29 684.3
②2 Anmeldetag: 3. 7. 1998
④3 Offenlegungstag: 13. 1. 2000

DE 198 29 684 A 1

⑦1 Anmelder:
LDT GmbH & Co. Laser-Display-Technologie KG,
07548 Gera, DE

⑦4 Vertreter:
Dr. Werner Geyer, Klaus Fehners & Partner, 80687
München

⑦2 Erfinder:
Zellmer, Holger, Dr., 30419 Hannover, DE;
Tünnermann, Andreas, Prof., 07743 Jena, DE

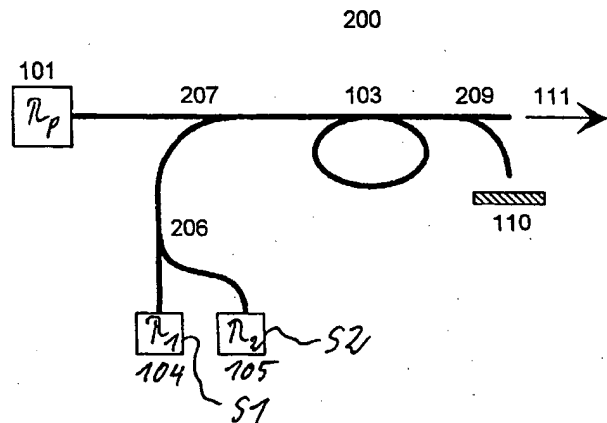
⑤6 Entgegenhaltungen:
GB 22 44 172 A
US 54 26 656
US 52 53 073

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Modulierbarer Faserlaser

⑤7 Die Ausgangsleistung eines Faserlasers (200) wird moduliert, indem zwei Strahlungen unterschiedlicher Wellenlänge von aus zwei intensitätssteuerbaren Quellen (104, 105) in den Faserlaser (200) eingekoppelt werden, der von einer separaten Pumpquelle (101) gepumpt wird. Die Modulation erfolgt über die Steuerung der einen Quelle (104), während die andere Quelle (104) dazu dient, die gesamte Leistung im Faserlaser konstant zu halten. Der von der letztgenannten Quelle (105) ausgelöste Laserstrahl wird aus dem Ausgangsstrahl ausgekoppelt und absorbiert.



DE 198 29 684 A 1

Beschreibung

Auf dem Gebiet ist bisher bekannt:

Nachträgliche Modulation der Laserstrahlung mit AOM oder EOM Nachverstärkung von Single-Mode Laserdioden.

Nachteile des Standes der Technik gegenüber der Erfindung:

Nachträgliche Modulation ist aufwendig und teuer. Schnelle AOM sind in der Regel nicht leistungsfest.

Bei der Nachverstärkung von Single-Mode Dioden läßt sich nur ein geringes Kontrastverhältnis einstellen, da bei ausgeschalteter Laserdiode die verstärkte Spontanemission (ASE) des Faserverstärkers zu einer Verminderung des Kontrastes führt.

Beim Einschalten der Laserdiode nach einer längeren Dunkelpause kommt es aufgrund der überhöhten Inversion in der aktiven Faser zu einer kurzzeitigen Leistungsüberhöhung des Ausgangssignals.

Beschreibung der Erfindung:

Fig. 100:

Aus der Laserdiode 101 wird mit einer Koppeloptik 102 Pumpstrahlung λ_p in die aktive Faser 103 durch den dichroitischen Spiegel 107 hindurch eingekoppelt. Die Strahlungen λ_1 und λ_2 der beiden Laserdioden 104 und 105, die bei unterschiedlichen Wellenlängen emittieren, werden mit dem dichroitischen oder teildurchlässigen Spiegel 106 überlagert und über den dichroitischen Spiegel 107 und die Koppeloptik 102 in die aktive Faser 103 eingekoppelt. Die Laserdioden 104 und 105 sind derartig angesteuert, daß die Summe ihrer Leistung konstant ($P_1 + P_2 = \text{const.}$) ist. Zur Modulation werden die Laserdioden 104 und 105 "gegenphasig" angesteuert (wenn $P_1 \rightarrow 0$, dann $P_2 \rightarrow 1$, normiert und umgekehrt). Dadurch wird immer eine gleiche Leistung in der aktiven Faser 103 geführt und der Laserübergang in der Faser bleibt gesättigt. Am Auskoppelende der Faser 103 werden die verstärkten Strahlungen (λ_1 und λ_2) mit der Kollimatoroptik 108 kollimiert. Mit dem dichroitischen Spiegel 109 werden die beiden Wellenlängen λ_1 und λ_2 voneinander getrennt. Die Strahlung 111 einer Wellenlänge (z. B. λ_1) wird genutzt, die der anderen (z. B. λ_2) wird in der Strahlfalle 110 absorbiert.

Die Wellenlängen λ_1 und λ_2 der Laserdioden 104 und 105 können eng benachbart sein, so daß sie den selben Laserübergang sättigen, oder sie können soweit auseinander liegen, daß sie zwei unterschiedliche Laserübergänge in der aktiven Faser 103 sättigen. Beide Laserübergänge müssen jedoch aus dem selben oberen Laserniveau starten (z. B. 635 nm und 720 nm in Pr/Yb-Faserverstärkern).

Fig. 200:

Statt des Aufbaus mit diskreten optischen Komponenten läßt sich der Modulator auch rein faseroptisch aufbauen. An Stelle der entsprechenden dichroitischen Spiegel treten hier Wavelength Division Multiplexer (WDM) 206, 207 und 209. Das Funktionsprinzip bleibt das gleiche.

Fig. 300:

In diesem Fall ist die aktive Faser 303 polarisationserhaltend. Die Laserdioden 304 und 305 haben die gleiche Wellenlänge ($\lambda_1 = \lambda_2$) und sind jedoch orthogonal zueinander polarisiert. Die Summe ihrer Leistung ist konstant. Ihre Strahlung wird mit dem Polarisator 306 überlagert und über den dichroitischen Spiegel 107 in die polarisationserhaltende Faser 303 eingekoppelt. Die an der Auskoppelseite der Faser 303 austretende Strahlung wird mit dem Kollimator 108 kollimiert.

Mit dem Polarisator 303 werden die nachverstärkten unterschiedlich polarisierten Strahlungen der beiden Dioden 304 und 305 getrennt. Die Strahlung einer Polarisation 111 wird genutzt, die andere Polarisation wird in der Strahlfalle

110 absorbiert.

Alle beschriebenen Aufbauten können auch so betrieben werden, daß sich die Strahlung der beiden Dioden 104 und 105 in der aktiven Faser 103 entgegen läuft. Dies zeigen die Fig. 400, 500 und 600.

Der Aufbau in Fig. 400 entspricht dem Aufbau in Fig. 100. Die Laserdiode 105 ist gegen den Absorber 110 vertauscht. Dabei können die Spiegel 106 und 109 auch als teildurchlässige Spiegel ausgeführt sein und beide Dioden 104 und 105 bei der exakt gleichen Wellenlänge emittieren. Die Transmissions-/Reflexionsverhältnisse der Spiegel 106 und 109 werden so gewählt, daß der Einfluß von Rückkopplungen minimiert wird, zum Beispiel 90% Transmission, 10% Reflexion sind günstig.

Der Aufbau in Fig. 500 entspricht dem Aufbau in Fig. 200. Die Laserdiode 105 ist gegen den Absorber 110 vertauscht.

Der Aufbau in Fig. 600 entspricht dem Aufbau in Fig. 300. Die Laserdiode 105 ist gegen den Absorber 110 vertauscht.

Bei allen Varianten können die Strahl-Rückkopplungen auch durch den Einbau optischer Isolatoren in den Strahlengang wirkungsvoll unterdrückt werden.

Vorteile der Erfindung:

Durch das Zwei-Wellenlängen- (Fig. 100, 200), Zwei-Polarisations- (Fig. 300) bzw. Zwei-Richtungsverfahren (Fig. 400, 500, 600) wird der Faserverstärker stets in Sättigung gehalten. Dadurch wird die unerwünschte ASE vollständig unterdrückt und ein hoher Kontrast erhalten. Eine Inversionsüberhöhung nach Dunkelpausen wird vermieden. Der Leistung eines Nutzlaserstrahls kann auf Null heruntergeregelt werden.

Patentansprüche

1. Modulierbarer Faserlaser bestehend aus

- einer Laserstrahlungsquelle (101) zum Pumpen eines Faserlasers (103, 303),
- zwei unabhängig voneinander in ihrer Lichtleistung steuerbaren Laserstrahlungsquellen (104 und 105),
- Mitteln (107, 102, 106, 108, 109, 207, 206, 209, 306, 309) zum Einkoppeln und/oder Überlagern der Lichtanteile der drei verschiedenen Laserstrahlungsquellen (101, 104, 105) in ein oder mehrere Faserenden des Faserlasers (101, 303),
- einer Steuereinrichtung (112), die aus einem eingehenden Modulationssignal SE zwei Modulationssignale S1 und S2 generiert, wobei das eine Modulationssignal S1 der ersten steuerbaren Laserstrahlungsquelle 104 und das andere Modulationssignal S2 der zweiten steuerbaren Laserstrahlungsquelle 105 zuführbar ist,
- die Modulationssignale gemäß folgender Bedingung erzeugbar sind:

$$S1 = f_1(SE) \sim P1$$

$$S2 = f_2(1/SE) \sim P2, \text{ wobei}$$

die Summe der Laserausgangsleistungen P1 und P2 der steuerbaren Laserstrahlungsquellen (104 und 105) unabhängig vom anliegenden eingehenden Modulationssignal SE einen konstanten Wert hat ($P1 + P2 = \text{const.}$) und

- eine der Laserausgangsleistungen (P1 oder P2) als proportional zum eingehenden Modulationssignal SE modulierte Nutzstrahlung zur Verfügung steht und

- die andere Laserausgangsleistung als eine umgekehrt proportional zum eingehenden Modulationssignal SE modulierte Nutzstrahlung zur Verfügung steht.
- 2. Modulierbarer Faserlaser nach Anspruch 1, bei dem eine der Laserausgangsleitungen (P1 oder P2) in einem Absorber (110) absorbiert wird.
- 3. Modulierbarer Faserlaser nach Anspruch 1, bei dem die Steuereinrichtung (112) ein elektronischer Verstärker ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

